



CH9 同步發電機之特性

9-1 電樞反應

隨堂練習解答

課本 P188

(C) 1. 同步電機的電樞反應現象與下列何者有關？

- (A)負載之大小而定 (B)負載之性質而定
(C)負載之大小及性質而定 (D)與負載無關。

解 同步發電機電樞反應的強度與負載大小有關、電樞反應所造成的交磁、去磁或助磁等現象則與負載性質為電阻性、電感性或電容性而定

(D) 2. 三相同步發電機的負載為電感性時，下列關於電樞反應的敘述何者正確？

- (A)會有直軸反應產生正交磁效應
(B)會有交軸反應產生去磁效應
(C)會有正交磁與加磁效應
(D)會有正交磁與去磁效應。

解 負載為電感性時，由於電流落後電壓 θ° ，電樞反應產生正交磁效應(橫軸反應)與去磁效應(直軸反應)

9-3 同步阻抗

隨堂練習解答

課本 P190

(D) 1. 交流同步發電機之同步阻抗 Z_s 與電樞電阻 R_a 、電樞反應電抗 X_a 以及電樞漏磁電抗 X_ℓ 的大小關係，何者正確？

- (A) $Z_s = R_a + X_a + X_\ell$ (B) $Z_s = \sqrt{R_a + X_a + X_\ell}$
(C) $Z_s = \sqrt{R_a^2 + X_a^2 + X_\ell^2}$ (D) $Z_s = \sqrt{R_a^2 + (X_a + X_\ell)^2}$ 。

●解 同步阻抗 R_a 為電樞電阻 X_s 與同步電抗 X_a 之合，即 $Z_s = \sqrt{R_a^2 + X_s^2}$ ，其中

同步電抗 X_s 等於電樞反應電抗 X_a 加上漏磁電抗 X_l ，因此

$$Z_s = \sqrt{R_a^2 + (X_a + X_l)^2}$$

- (C) 2. 有一部三相同步發電機，銘牌上標示每相電樞電阻為 0.5Ω ，每相漏磁電抗為 2.2Ω ，電樞反應電抗為 2.8Ω ，則此機的同步阻抗與同步電抗分別為何？

(A) 5Ω 、 5.02Ω (B) 5Ω 、 5.5Ω (C) 5.02Ω 、 5Ω (D) 5.5Ω 、 5Ω 。

●解 同步電抗 $X_s = X_a + X_l = 2.8 + 2.2 = 5 \Omega$

$$\text{同步阻抗 } Z_s = \sqrt{R_a^2 + X_s^2} = \sqrt{0.5^2 + 5^2} = 5.02 \Omega$$

9-5 電壓調整率

隨堂練習解答

課本 P193

- (A) 1. 有一部三相發電機滿載運轉時，電壓表指示值為 3300 V ，銘牌上標示電壓調整率為 3% ，當負載切離時，電壓表的指示值最有可能為何？為多少？

(A) 3400 V (B) 3300 V (C) 3200 V (D) 3000 V 。

●解 $\varepsilon\% = \frac{V_o - V_f}{V_f} \times 100\%$ ， $3\% = \frac{V_o - 3300}{3300} \times 100\%$ ， $V_o = 3400 \text{ V}$

9-6 同步發電機之特性曲線

隨堂練習解答

課本 P196

- (C) 1. 同步發電機的開路試驗，其目的為何？

(A) 量測磁場電流與發電機短路電流的關係
(B) 量測磁場電流與發電機輸出電流的關係
(C) 量測磁場電流與發電機輸出電壓的關係
(D) 量測發電機的負載特性。

(B) 2. 同步發電機之短路電流曲線為一直線的原因為何？

- (A) 激磁電流增加使磁場發生飽和
- (B) 電樞反應的去磁現象，使磁通未飽和
- (C) 電樞反應的交磁現象，使磁通發生偏移
- (D) 電樞反應的助磁現象，使磁通發生飽和。

隨堂練習解答

課本 P198

(A) 1. 同步發電機在一定的轉速及激磁電流下，外部特性曲線為何者的關係？

- (A) 端電壓對負載電流 (B) 應電勢對負載電流 (C) 端電壓對激磁電流
- (D) 應電勢對激磁電流。

(B) 2. 同步發電機連接不同特性負載時，電壓調整率會隨負載而產生變化，當同步發電機之電壓調整率為負值時，同步發電機所連接負載為何？

- (A) 純電阻性負載 (B) 電容性負載 (C) 純電感性負載 (D) 電感性負載。

解 發電機負載為電容性時，電流超前電壓 θ° ，產生助磁效應造成應電勢升高，使得滿載端電壓高於無載端電壓，造成電壓調整率為負值

隨堂練習解答

課本 P199

(D) 1. 關於三相同步發電機的特性曲線，下列敘述何者正確？

- (A) 負載特性曲線橫座標為激磁電流，縱座標為電樞電流
- (B) 負載特性曲線橫座標為發電機端電壓，縱座標為激磁電流
- (C) 激磁特性曲線橫座標為發電機端電壓，縱座標為激磁電流
- (D) 激磁特性曲線橫座標為電樞電流，縱座標為激磁電流。

(C) 2. 機械加工廠停電期間採用自備交流發電機提供電能，當馬達類等落後功因之負載用電量變大時，發電機應該如何控制，才能讓供電頻率與電壓維持穩定？

- (A) 提高原動機轉速 (B) 降低激磁電流 (C) 增加激磁電流 (D) 並聯電容器。

9-7 同步阻抗的量測與短路比

隨堂練習解答

課本 P202

- (A) 1. 同步發電機之同步阻抗可由下列何種實驗求得？
 (A)無載實驗及短路實驗 (B)無載實驗及堵住實驗
 (C)負載實驗及短路實驗 (D)負載實驗及堵住實驗。
- (A) 2. 一部三相 4 極、22 kVA、220 V、60 Hz、Y 接之同步發電機，若忽略電樞繞組之電阻，於不同激磁電流(I_f)下作測試，所得數據如下：短路測試： $I_f = 2$ A 時，電樞電流為 30 A、 $I_f = 3$ A 時，電樞電流為 80 A。開路測試： $I_f = 3$ A 時，端電壓為 220 V。則每相同步電抗 X_s 約為何？
 (A) $X_s = 1.6 \Omega$ (B) $X_s = 2.75 \Omega$ (C) $X_s = 4.23 \Omega$ (D) $X_s = 7.3 \Omega$ 。

解 激磁電流相同下($I_f = 3$ A)，由於 Y 接線，每相開路電壓 $V_{op} = \frac{220}{\sqrt{3}} = 127$ V，

$$\text{每相短路電流 } I_{sp} = 80 \text{ A，每相同步阻抗 } Z_{sp} = \left. \frac{V_{op}}{I_{sp}} \right|_{I_f=k} = \left. \frac{127 \text{ V}}{80 \text{ A}} \right|_{I_f=3 \text{ A}} = 1.59 \Omega$$

隨堂練習解答

課本 P205

- (D) 1. 有一台 40 kVA、220 V、60 Hz、Y 接三相同步發電機，開路試驗之數據為：線電壓 220 V 時，場電流為 2.75 A；線電壓 195 V 時，場電流為 2.2 A。短路試驗之數據為：電樞電流 118 A 時，場電流為 2.2 A；電樞電流 105 A 時，場電流為 1.96 A。則發電機之短路比為何？
 (A)71 % (B)80 % (C)125 % (D)140 %。

解 本機額定電壓為 220 V，額定電流 $I_L = \frac{40 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 220} = 105$ A，

$$\text{短路比 } K_s = \frac{\text{開路時產生額定電壓所須之場電流 } I_{fo}}{\text{短路時產生額定電流所須之場電流 } I_{fs}} = \frac{2.75}{1.96} = 1.4$$

- (A) 2. 同上題，百分比同步阻抗值為何？
 (A)71 % (B)80 % (C)125 % (D)140 %。

解 百分同步阻抗 $\%Z_s = \frac{1}{K_s} = \frac{1}{1.4} \times 100\% = 71.2\%$

9-8 自激磁

隨堂練習解答

課本 P206

- (B) 1. 都會地區常採用地下電纜進行配電，結果發現滿載時的電壓比無載時更高，主要原因在於電纜線呈現何種特性？
 (A)電阻性 (B)電容性 (C)電感性 (D)負電阻特性。

9-9 短路電流

隨堂練習解答

課本 P208

- (C) 1. 下列對同步發電機之短路比，電壓調整率與同步電抗的敘述，何者錯誤？
 (A)短路比愈大，短路電流愈大 (B)短路比愈大，電壓調整率愈小
 (C)短路比愈小，同步阻抗愈小 (D)同步電抗愈小，電壓越穩定。
 ● 解 短路比小，短路電流小，同步阻抗大，電壓調整率大，電壓越不穩定

9-10 效率、耗損及額定輸出

隨堂練習解答

課本 P212

- (B) 1. Y 接三相同步發電機，每相應電勢為 $220 \angle 0^\circ$ ，省略電樞電阻，外加負載時，測得負載端相電壓為 $220 \angle -30^\circ$ 。已知發電機輸出之三相實功率為 6 kW，則其每相之同步電抗值應為多少？
 (A)10 Ω (B)11 Ω (C)12 Ω (D)13 Ω 。
 ● 解 輸出功率 $P_o = 3 \times \frac{V_p \times E_p}{X_s} \sin \delta \Rightarrow 6 \text{ kW} = 3 \times \frac{220 \times 220}{X_s} \times \sin 30^\circ \Rightarrow X_s = 11 \Omega$
- (C) 2. 同上題，發電機最大輸出功率為多少？
 (A)6 kW (B)8 kW (C)12 kW (D)18 kW。
 ● 解 最大輸出功率 $P_{\text{out}} = 3 \times \frac{220 \times 200}{11} \times \sin 90^\circ = 12 \text{ kW}$

自我評量解答

課本 P213

一、選擇題

9-1 (C) 1. 同步機之電樞反應和電樞電流

- (A)大小有關 (B)相位有關
(C)大小及相位有關 (D)大小及相位無關。

解 同步機之電樞反應強弱與電樞電流大小成正比，電樞反應現象則是電樞電流相位而定

(C) 2. 同步發電機之負載若為電感性，則其電樞反應為

- (A)去磁效應 (B)加磁效應
(C)去磁與交磁效應 (D)加磁與交磁效應。

解 負載為電感性時，由於電流落後電壓 θ° ，電樞反應產生去磁效應(直軸反應)與交磁效應(橫軸反應)

9-3 (C) 3. 已知某同步發電機每相之同步阻抗為 1.3Ω ，同步電抗為 1.2Ω ，則其電樞電阻為多少？ (A) 0.1Ω (B) 0.3Ω (C) 0.5Ω (D) 2.5Ω 。

解 同步阻抗 $Z_s = \sqrt{R_a^2 + X_s^2} \Rightarrow 1.3 = \sqrt{R_a^2 + 1.2^2} \Rightarrow R_a = 0.5 \Omega$

9-6 (D) 4. 繪製同步發電機之開路特性曲線時，通常其橫座標為激磁電流，則縱座標為 (A)轉速 (B)電樞電流 (C)電功率 (D)感應電勢。

(A) 5. 同步發電機之開路特性曲線與下列何種特性曲線十分類似？

- (A)他激式直流發電機之磁化特性曲線
(B)平複激式直流發電機之外部特性曲線
(C)串激式直流發電機之外部特性曲線
(D)同步發電機之短路特性曲線。

(A) 6. 功率因數為 0.8 落後時，若負載電流增加，為維持一定端電壓，交流同步發電機之激磁電流將如何改變？

- (A)增加 (B)減少 (C)不變 (D)視情形而定。

(C) 7. 三相 Y 接交流發電機，無載電壓為 2000 V，而滿載電壓為 2400 V，其電壓調整率為多少？

- (A) + 20 % (B) + 16.7 % (C) -16.7 % (D) -20 %。

- 9-7 (B) 8. 某同步發電機容量為 20 kVA、200 V，短路時產生額定電流所需之場電流為 4.8 A，開路時產生額定電壓所需之場電流為 6 A，則此電機之同步阻抗的標么值為 (A)1.25 (B)0.8 (C)0.21 (D)0.167。

解 短路比 $K_s = \frac{I_{fo}}{I_{fs}} = \frac{6}{4.8} = 1.25$ ， $\%Z_s = \frac{1}{K_s} = 0.8$

- (B) 9. 額定輸出 1000 kVA、3 kV 之三相 Y 接同步發電機，已知每相同步阻抗為 5.4 Ω ，試求百分比同步阻抗？ (A)80 % (B)60 % (C)50 % (D)40 %。

解 Y 接線：相電壓 $V_p = \frac{3\text{kV}}{\sqrt{3}} = 1000\sqrt{3}\text{V}$ ，

線電流 $I_L = \frac{S}{\sqrt{3}V_L} = \frac{1000\text{kVA}}{\sqrt{3} \times 3\text{kV}} = 192\text{A}$ ($I_p = I_L = 192\text{A}$)

同步阻抗百分比 $\%Z_s = \frac{I_p \times Z_s}{V_p} \times 100\% = \frac{192 \times 5.4}{1000\sqrt{3}} \times 100\% = 60\%$

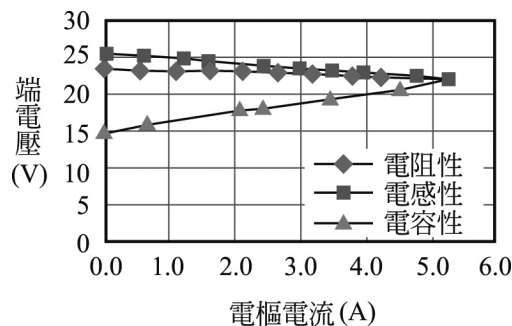
- (B) 10. 交流同步發電機的短路比可以用來表示激磁與電樞反應的相對強度，若短路比越大則

- (A)同步阻抗越大，電壓調整率越大
(B)同步阻抗越小，電壓調整率越小
(C)短路電流大，電樞反應大
(D)短路電流小，電樞反應小。

解 短路比大，短路電流大，同步阻抗越小，電樞反應小，電壓調整率越小

- (A) 11. 圖(1)為一部三相同步發電機接不同性質負載下的外部特性曲線，則發電機接何種負載時電壓調整率最好？

- (A)電阻性，即功因為 1 時 (B)電感性，即功因落後時
(C)電容性，即功因超前時 (D)三者電壓調整率皆相同。



圖(1)

● 電壓調整率 $VR = \frac{\text{無載電壓} - \text{滿載電壓}}{\text{滿載電壓}}$ ，由圖中得知電阻性負載時，無載

電壓與滿載電壓差距最小，因此電壓調整率最小

(D) 12. 交流同步發電機之感應電勢與電樞電流和端電壓之關係，下列敘述何者有誤？

- (A) $\cos\theta < 1$ 落後，電樞電流產生去磁效應，感應電勢大於端電壓
- (B) $\cos\theta < 1$ 超前，電樞電流產生加磁效應，感應電勢小於端電壓
- (C) 電阻性負載增加時，電壓調整率為正值
- (D) 電感性負載增加時，電壓調整率為負值。

● 電感性負載增加時，由於電流落後電壓 θ° ，電樞反應的去磁效應，造成端電壓大幅下降，電壓調整率較電阻性時更高

9-8 (B) 13. 同步發電機之自激現象，產生的條件是

- (A) 電阻性負載 (B) 電容性負載 (C) 電感性負載 (D) 以上皆有可能。

9-10 (B) 14. 有一台 6 極、380 V、60 Hz、Y 接三相非凸極式同步發電機，每相同步電抗為 $10\ \Omega$ ，電樞電阻忽略，當每相應電勢 250 V 時，求發電機最大功率輸出為多少？

- (A) 5.5 kW (B) 16.5 kW (C) 23.5 kW (D) 28.5 kW。

● $P_o = 3 \times \frac{380/\sqrt{3} \times 250}{10} \times \sin 90^\circ = 16.5 \text{ kW}$

(D) 15. 一台三相 Y 連結的交流發電機，其額定容量為 120 kVA、400 V、1800 rpm、P.F.= 0.9，其滿載電流值約為多少？

- (A) 300 A (B) 236 A (C) 200 A (D) 173 A。

● $S = \sqrt{3} V_L I_L$ ， $I_L = \frac{120 \times 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 173 \text{ A}$

(C) 16. 承上題，其滿載輸出功率約為多少？

- (A) 116 kW (B) 114 kW (C) 108 kW (D) 102 kW。

● $P_o = S \cos\theta = 120 \times 0.9 = 108 \text{ kW}$

二、問答與計算題

1. 有一台 40 kVA、220 V、60 Hz、Y 接三相同步發電機，開路試驗之數據為：線電壓 220 V 時，場電流為 2.75 A；線電壓 195 V 時，場電流為 2.2 A。短路試驗之數據為：電樞電流 118 A 時，場電流為 2.2 A；電樞電流 105 A 時，場電流為 1.96 A。則發電機之(1)短路比、(2)百分率同步阻抗值、(3)每相同步阻抗值分別為何？

● 本機額定電壓 220V，額定電流 $I_L = \frac{S}{\sqrt{3}V_L} = \frac{40\text{kVA}}{\sqrt{3} \times 220\text{V}} = 105\text{A}$

∵ Y 接， $I_a = I_L = 105\text{A}$

(1) 短路比 $K_s = \frac{\text{開路時產生額定電壓所須之場電流 } I_{fo(2)}}{\text{短路時產生額定電壓所須之場電流 } I_{fs(1)}} = \frac{2.75}{1.96} = 1.4$ ，

(2) 百分率同步阻抗 $\%Z_s = \frac{1}{K_s} = \frac{1}{1.4} = 0.71 = 71\%$

(3) $\%Z_s = \frac{I_p \times Z_s}{V_p} \times 100\% \Rightarrow Z_s = \frac{I_p}{V_p} \times \%Z_s = \frac{220\text{V} / \sqrt{3}}{105\text{A}} \times 71\% = 0.859\Omega$

(另解：阻抗基準值 $Z_{\text{base}} = \frac{V^2}{S} = \frac{220^2}{40 \times 10^3} = 1.21\Omega$ ，

$Z_s = Z_{\text{base}} \times \%Z_s = 1.21 \times 71\% = 0.859\Omega$)

2. 某 240 kVA、60 Hz、Y 接三相同步發電機，每相端電壓為 400 V，每相繞組之同步電抗為 0.5Ω ，電樞電阻忽略不計。(1)發電機額定電流為何？(2)功率因數為 1 的額定負載時，電壓調整率為多少？(3)功率因數為 0.8 落後的額定負載時，發電機的電壓調整率約為多少？(4)功率因數為 0.8 超前的額定負載時，發電機的電壓調整率約為多少？

● (1) 容量 $S = \sqrt{3}V_L I_L = 3V_p I_p$ ，額定相電流 $I_p = \frac{S}{3V_p} = \frac{240\text{kVA}}{3 \times 400\text{V}} = 200\text{A}$

(∵ Y 接，額定電流 $I_a = I_p = 200\text{A}$)

(2) $\cos\theta = 1$ 時， $\sin\theta = 0$

每相應電勢 $E_p = \sqrt{(V_p \cos\theta + I_a R_a)^2 + (V_p \sin\theta + I_a X_s)^2}$
 $= \sqrt{(400 \times 1)^2 + (200 \times 0.5)^2} = \sqrt{400^2 + 100^2} = 412.3\text{V}$

電壓調整率 $V.R. = \frac{E_p - V_p}{V_p} = \frac{412.3\text{V} - 400\text{V}}{400\text{V}} \times 100\% = 3.075\%$

(3) $\cos \theta = 0.8$ 落後時， $\sin \theta = 0.6$

$$\begin{aligned} \text{每相應電勢 } E_p &= \sqrt{(V_p \cos \theta + I_a R_a)^2 + (V_p \sin \theta + I_a X_s)^2} \\ &= \sqrt{(400 \times 0.8)^2 + (400 \times 0.6 + 200 \times 0.5)^2} = \sqrt{320^2 + 340^2} \\ &= 466.9\text{V} \end{aligned}$$

$$\text{電壓調整率 } V.R. = \frac{E_p - V_p}{V_p} = \frac{466.9\text{V} - 400\text{V}}{400\text{V}} \times 100\% = 16.7\%$$

(4) $\cos \theta = 0.8$ 超前時， $\sin \theta = 0.6$

$$\begin{aligned} \text{每相應電勢 } E_p &= \sqrt{(V_p \cos \theta + I_a R_a)^2 + (V_p \sin \theta - I_a X_s)^2} \\ &= \sqrt{(400 \times 0.8)^2 + (400 \times 0.6 - 200 \times 0.5)^2} = \sqrt{320^2 + 140^2} \\ &= 349.3\text{V} \end{aligned}$$

$$\text{電壓調整率 } V.R. = \frac{E_p - V_p}{V_p} = \frac{349.3\text{V} - 400\text{V}}{400\text{V}} \times 100\% = -12.7\%$$

鍛鍊本解答－嚴選精華

- 9-1 1. 同步發電機無載時，電樞電流 $I_a = 0$ ，可視為無電樞反應。
2. 同步發電機外加純電阻性負載時，由於電樞電流相位與應電勢同相。電樞磁通造成主磁通變形，稱為橫軸反應或正交磁化作用，造成發電機電壓波形發生畸變。
3. 同步發電機外加電感性負載時，電流相位落後電壓 θ° ，電樞反應產生的交磁作用造成波形畸變；去磁作用則會造成應電勢降低。
- 9-2 4. 同步發電機的同步阻抗等於電樞繞組電阻與同步電抗之和，即： $Z_s = \sqrt{R_a^2 + X_s^2}$
- 9-3 5. 端電壓隨負載變化的程度可用電壓調整率來描述，即
- $$V.R. = \frac{\text{無載電壓 } V_{P(NL)} - \text{滿載電壓 } V_{P(FL)}}{\text{滿載電壓 } V_{P(FL)}}$$
- 愈小 愈好。
6. 同步發電機每相繞組之同步阻抗值 $Z_s = \left. \frac{V_{op}}{I_{sp}} \right|_{I_{f=k}}$ 。

7. 同步發電機百分比同步阻抗值 $\%Z_s = \frac{I_p \times Z_s}{V_p} \times 100\%$ 。

9-4 8. 開路特性曲線(OCC)：激磁電流 與 開路時端電壓 的關係曲線。開始時應電勢隨激磁電流成 正比 上升，當磁通 逐漸飽和 時，應電勢增加趨緩變為曲線。

9. 短路特性曲線(SCC)：激磁電流 與 短路時電樞電流 的關係曲線。由於同步電抗遠大於 電樞電阻，使得電樞反應產生極大的 去磁 作用，主磁通不致於飽和，故短路特性曲線為 一直線。

10. 負載特性曲線：負載電流 與 端電壓 的關係曲線。電阻性與電感性負載時，端電壓隨負載之增加而 降低，電壓調整率為 正值；至於電容性負載，受到電樞反應 助磁 作用，端電壓則會隨負載增加而 上升，電壓調整率為 負值。

11. 激磁特性曲線：負載電流 與 激磁電流 的關係曲線。為維持端電壓不變，電阻性與電感性負載增加時，激磁電流必須隨著 增加；至於電容性負載，受到電樞反應 助磁 作用，激磁電流隨著負載增加而 降低，以維持端電壓不變。

9-6 12. 同步發電機短路比：

$$K_s = \frac{\text{短路時相電流 } I_{sp}}{\text{額定相電流 } I_p} = \frac{1}{\%Z_s} = \frac{\text{開路時產生額定電壓所需的場電流 } I_{fo}}{\text{短路時產生額定電流所需的場電流 } I_{fs}}$$

9-8 13. 輸電線相互平行，性質類似 電容器，造成同步發電機沒有外加激磁電流，端電壓卻自行升高的現象，稱為 自激磁。

9-10 14. 同步發電機輸出端短路的最初幾個週期，會有大量的暫態電流出現。但是幾個週期後，電樞反應產生 去磁 效應，短路電流會快速下降至穩定值。

15. 發電機的效率為： $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{loss}}$ 。

16. 三相同步發電機的輸出功率為： $P_{out} = \frac{3V_p I_a \cos \theta}{} = \frac{\sqrt{3}V_L I_L \cos \theta}{}$ 。

17. 同步發電機的輸出功率 $P_{out} = \frac{V_p \times E_p}{X_s} \sin \delta$ ，式中輸出功率與負載角 δ 的 正弦函數($\sin \delta$) 成正比。負載角 $\delta = 90^\circ$ 時為最大輸出功率。

鍛鍊本解答－大顯身手

課內題

詳解請參考自我評量解答 P9-6～9-10

課外題

一、精選題

- (D) 1. 有關三相交流同步發電機之應電勢、端電壓、負載功因與電壓調整率之關係，下列敘述何者錯誤？
 (A)功因為 1 時，應電勢大於端電壓，產生交磁效應
 (B)功因為落後時，應電勢大於端電壓，產生交磁與去磁效應
 (C)功因為超前時，應電勢有可能小於端電壓，產生加磁與交磁效應
 (D)同步發電機之電壓調整率 ≥ 0 。

解 若功因為超前，且端電壓大於應電勢時，電壓調整率為負

- (C) 2. 有一台三相、4 極、Y 接之同步發電機，額定電壓為 10 kV、額定容量為 200000 kVA。做開路試驗，在場電流為 800 A 時，得無載端電壓為 10 kV；做短路試驗，在場電流為 1000 A 時，得電樞短路電流恰為額定電流。若是以額定電壓為基準電壓、額定容量為基準容量，則每相同步阻抗為多少？ (A)1.2Ω (B)0.8Ω (C)0.625Ω (D)0.325Ω。

$$\text{解 } K_s = \frac{\text{開路時產生額定電壓所需的場電流}}{\text{短路時產生額定電流所需的場電流}} = \frac{800}{1000} = 0.8$$

$$Z\% = \frac{1}{K_s} = 1.25$$

$$Z\% = Z \times \frac{S}{(V)^2}, 1.25 = Z \times \frac{200000\text{k}}{(10\text{k})^2}, Z = 0.625\Omega$$

- (C) 3. 有一台額定輸出 200kVA、3kV 之三相同步發電機之同步阻抗為 36Ω，求此同步發電機之短路比為多少？ (A)0.8 (B)1 (C)1.25 (D)1.5。

$$\text{解 } Z\% = Z \times \frac{S}{(V)^2} = 36 \times \frac{200\text{k}}{(3\text{k})^2} = 0.8, K_s = \frac{1}{Z\%} = 1.25$$

二、情境題

- (B) 4. 上實習課時，同學在做電工機械相關之試驗，請問有幾位同學需要使用到直流電流表？

辰玟同學：三相感應電動機之無載試驗

舜毓同學：三相感應電動機之堵轉試驗

恩丞同學：同步發電機之開路試驗

楷家同學：同步發電機之短路試驗

譯駿同學：直流分激發電機負載試驗

(A)二位 (B)三位 (C)四位 (D)五位。

解 同步發電機之開路試驗、同步發電機之短路試驗及直流分激發電機負載試驗，需使用到直流電流表

- (B) 5. 何布同學對一台 220V、5KVA 之三相同步發電機做開路實驗及短路實驗，數據如下表，以實驗結果來看，此發電機的同步阻抗百分比為多少？

(A)0.5 (B)0.75 (C)1 (D)1.33。

解

	開路端電壓	激磁電流	短路時電樞電流
開路實驗	110	0.8	
開路實驗	220	1.6	
短路實驗		1	6.55
短路實驗		1.2	13.10

$$S = \sqrt{3}V_L I_L, \quad I_L = \frac{5k}{\sqrt{3} \times 220} = 13.1A$$

$$K_s = \frac{\text{開路時產生額定電壓所需的場電流}}{\text{短路時產生額定電流所需的場電流}} = \frac{1.6}{1.2} = \frac{4}{3}$$

$$Z\% = \frac{1}{K_s} = \frac{1}{\frac{4}{3}} = 0.75$$

鍛鍊本解答－高手過招

- (D) 1. 下列有關同步發電機的無載飽和曲線之敘述，何者正確？ 【104 統測】
 (A)可由短路試驗求得
 (B)是電樞電流與輸出端電壓的關係曲線
 (C)若考慮飽和效應則為一直線
 (D)又稱為開路特性曲線。
- (D) 2. 一部三相同步發電機供應三相負載，若忽略電樞電阻，當每相感應電勢為 250V，輸出端之相電壓為 240V，且已知發電機之輸出最大功率為 15kW，則每相同步電抗應為多少？ 【104 統測】
 (A)9Ω (B)10Ω (C)11Ω (D)12Ω。
 解 $P_{\max} = 3 \frac{VE}{X_s}$ ， $15k = \frac{3 \times 250 \times 240}{X_s}$ ， $X_s = 12\Omega$
- (C) 3. 三相同步發電機額定為 50kVA，額定線電壓為 200V，頻率為 60Hz，已知其短路比為 1.25，則同步阻抗為何？ 【105 統測】
 (A)1.25Ω (B)0.81 Ω (C)0.64 Ω (D)0.24 Ω。
 解 $Z\% = \frac{1}{K_s} = \frac{1}{1.25} = 0.8$
 $Z\% = Z \times \frac{S}{(V)^2}$ ， $0.8 = Z \times \frac{50k}{200^2}$ ， $Z = 0.64\Omega$
- (C) 4. 交流同步發電機之無載試驗是為了測量 【106 統測】
 (A)外部特性曲線 (B)短路特性曲線
 (C)開路特性曲線 (D)絕緣電阻。
- (C) 5. 某同步發電機供給落後功因之負載，當負載增加時，若要維持負載端電壓不變，則應如何調整激磁電流？ 【106 統測】
 (A)調整激磁電流為零 (B)減少激磁電流
 (C)增加激磁電流 (D)激磁電流維持不變。
 解 同步發電機，功率因數為落後時，電樞反應產生交磁、去磁效應，使感應電勢下降，端電壓下降，因此要增加激磁電流

- (A) 6. 一部 50kVA、220V、60Hz、Y 接三相同步發電機，以額定轉速運轉，激磁電流 3A 時產生開路額定電壓 220V；激磁電流 2.4A 時產生短路額定電流 131.2A，其同步阻抗標么值為何？【107 統測】

(A)0.8 標么 (B)1.25 標么 (C)2.4 標么 (D)3 標么。

$$\text{解 } K_s = \frac{\text{開路時產生額定電壓所需的場電流}}{\text{短路時產生額定電流所需的場電流}} = \frac{3}{2.4} = 1.25$$

$$Z_{pu} = \frac{1}{K_s} = \frac{1}{1.25} = 0.8$$

- (D) 7. 下列有關三相同步發電機無載飽和特性曲線之敘述，何者正確？

(A)為發電機在飽和激磁電流下，轉速與輸出端短路電流之關係曲線

(B)為發電機在飽和激磁電流下，轉速與輸出端開路電壓之關係曲線

(C)為發電機在額定轉速下，激磁電流與輸出端短路電流之關係曲線

(D)為發電機在額定轉速下，激磁電流與輸出端開路電壓之關係曲線。

【108 統測】

- (A) 8. 有一部三相 4 極、 $220\sqrt{3}$ V、60Hz、Y 接之隱極式同步發電機，其每相同步電抗為 10Ω ，電樞電阻可忽略。若發電機在額定電壓下供應一負載，並得知每相感應電勢為 260V，功率角為 30° ，則此時發電機之三相輸出功率為何？
(A)8580W (B)14280W (C)14861W (D)25669W。【108 統測】

$$\text{解 } Y \text{ 接線 } V_L = \sqrt{3}V_p, V_p = \frac{220\sqrt{3}}{\sqrt{3}} = 220V$$

$$P = 3 \frac{VE}{X_s} \sin \delta = \frac{3 \times 220 \times 260 \times \sin 30^\circ}{10} = 8580W$$

- (C) 9. 額定輸出為 10MVA、10kV 之三相 Y 接同步發電機，其同步阻抗為 8Ω / 相，則同步發電機之短路比約為何？【109 統測】

(A)0.8 (B)1.05 (C)1.25 (D)1.45。

$$\text{解 } V_p = \frac{10k}{\sqrt{3}} V, Z\% = Z \times \frac{S}{(V)^2} = 8 \times \frac{\frac{10M}{3}}{\left(\frac{10k}{\sqrt{3}}\right)^2} = 0.8$$

$$K_s = \frac{1}{Z\%} = \frac{1}{0.8} = 1.25$$

- (C) 10. 同步發電機運轉於負載變動時，若要維持負載端電壓不變，當負載為甲時，隨負載電流增加，必須減弱激磁電流；當負載為乙時，隨負載電流增加，必須增強激磁電流，則下列何者較符合上述同步發電機的運轉狀況？

(A)甲為純電阻性負載、乙為電感性負載

(B)甲為純電阻性負載、乙為電容性負載

(C)甲為電容性負載、乙為電感性負載

(D)甲為電感性負載、乙為電容性負載。

【109 統測】

● 解 負載甲，隨負載電流增加，而減弱激磁電流，因此電樞反應為加磁、交磁效應，負載甲為**電容性負載**

負載乙，隨負載電流增加，而增加激磁電流，因此電樞反應為去磁、交磁效應，負載乙為**電感性負載**